

氏 名	安 部 忠 彦
生 年 月 日	
本 籍	埼玉県
学 位 の 種 類	博士（学術）
学 位 記 番 号	博甲第 639 号
学位授与の日付	平成 16 年 3 月 25 日
学位授与の要件	課程博士（学位規則第 4 条第 1 項）
学位授与の題目	リーディング産業の組織形態に関する研究—電気機械産業を中心に—
論文審査委員(主査)	田中 一郎（工学部・教授）
論文審査委員(副査)	白田 松男（工学部・教授）梶川 康男（自然科学研究科・教授） 山越 憲一（自然科学研究科・教授）児玉 昭雄（工学部・助教授）

学 位 論 文 要 旨

Synopsis

This paper examines the reasons why the value added of the Japanese electrical machinery industry declined suddenly in the 1990s. Electrical machinery industry, like the motor vehicle industry, obtained strength in production processes and technologies with syntheses of a variety of know-how on the way of growing into a leading industry. In the '90s however, the architecture of electrical machinery products evolved into the so-called "Modular Open" types. As a result, profitability originating from the production processes declined and Japanese electrical machinery industry lost its strength.

In addition, model change cycles of modular open products became shorter. Hence, electrical machinery industry began outsourcing in R&D with the aim of rapid product developments. However, the outsourcing has resulted in purchasing essential components from external sources rather than developing in-house, and has not resulted in obtaining higher value-added.

In contrast, in the case of motor vehicle industry the product architecture remains integral and closed, and the Japanese advantages in production processes are retained. Outsourcing in R&D activities has been exercised within each corporate group and has resulted in the speediness of R&D as well as the acquisition of essential and distinct technological knowledge within closed corporate groups, and maintained level of profits.

日本の産業、特に製造業においては、高度成長が終えた 1975 年から 1990 年頃までは、鉄鋼産業や自動車産業、電気機械産業など、産業の規模や他の産業への影響が大きいいわゆるリーディング産業が時期を異にしながら存在し、日本全体の成長を牽引していた。しかし 90 年代に入るとその直前まで成長を続けていた電気機械産業や自動車産業までも付加価値額獲得が急に停滞し、日本全体の低成長が長期間続く事態となっている。ただし電気機械産業と自動車産業の低迷の状況を仔細にみると、自動車産業では横ばい、電気機械産業では傾向的に減少するなど電気機械産業での低迷の程度が大きい。

本研究の目的は、90 年代直前まで成長していたリーディング産業としての自動車産業や電気機械産業、特に電気機械産業が 90 年代に入り低迷している原因を、低迷の度合いが比較的少ない自動車産業と比較しながら明らかにすることである。

研究の視点として、近年産業分析に用いられたアーキテクチャの概念を用いた。アーキテクチャとは、システムとしての製品や一連の企業活動などのプロセスを、モジュールといわれる構成部品や構成プロセスにどう分割し、それぞれに機能をどう配分するか、モジュール間の継ぎ手であるインターフェースをどう設計するかに関する設計思想である。

本研究では、90 年代における電気機械産業の低迷は、①電気機械製品では製品のアーキテクチャが、機能と部品との対応が 1 対 1 に近くなり、インターフェースが公開されるモジュラー型・オープン型に次第に変化し、それに伴って研究開発や生産といったプロセス間における相互依存関係の濃淡、すなわちビジネス・アーキテクチャが変化した、②そのことが製造や研究開発プロセスの組織形態の変化を促した、③その変化への対応が適切になされなかったため日本の電気機械産業が持っていた従来の強みが失われた、一方自動車産業では④製品のアーキテクチャが 90 年代もインテグラル型・クローズ型で大きくは変化せず、各プロセスの組織を変える必要がなく、従来の強みも維持できていたという仮説を設定した。

このような仮説を検証するため、本研究では電気機械産業などリーディング産業が持っていた強みを明らかにし、それが 90 年代に入り電気機械産業と自動車産業とにおいてどう変化したかについて分析した。研究の手法としては、統計資料や文献資料の分析および筆者が行ったアンケート調査結果の分析を基にした。以下各章ごとに分析結果をまとめる。

第 1 章においては、高度成長が終えた 1975 年から 1990 年頃までのリーディング産業はどのような産業で、それはどのような強みを獲得・発揮してリーディング産業になりえたのかを分析した。

その結果、①この期間においては、自動車産業や電気機械産業や鉄鋼産業が時期を異にしながらリーディング産業であったこと、②リーディング産業には「産業のコメ」型と「産業のコメ活用」型の2タイプあること、両者とも製品の高品質化・高機能化・低価格化に成功してリーディング産業になっていること、また両者は材料の供給とその組立という関係以上に、互いにニーズ情報の共有や研究開発面などで密接に協力し合うことで助け合いながら成長してきたこと、③製品の高品質化・高機能化・低価格化は、リーディング産業となった各産業がその形成過程で獲得し発揮した以下の強みに基づいていること、すなわち、i) ターゲットを明確にした生産技術の開発、ii) 研究者や技術者や技能者の協力による製造しやすい設計や生産技術の開発など製造プロセスでの強み、iii) 他企業や他産業の技術の融合による差別的な技術の強み、iv) 生産現場の優秀な技能者の能力を基盤にした生産管理技術の強みである。

このため日本が強みとする製品は、科学的な発明が商品になるまでの間に生産プロセスにおいて様々な工夫が加味できる、部品や技術点数で言えば、数百から数万点の製品に多い。一方製造プロセスにおける多様な工夫が入り込みにくい製品、すなわち1つの有力な化学触媒の発見で優位性が決まり易い汎用化学製品、遺伝子組み換え技術など科学的発見が即製品化しやすい製品、ソフトウェアをベースとした金融商品などは日本企業は弱みとしている。日本産業の強みは、生産プロセスにおける優位性と融合型技術における優位性が基盤となっていたといえる。

第2章では、90年代に電気機械産業にみられた生産組織形態におけるEMS等アウトソーシング型組織形態の増加と電気機械産業の対応とを、自動車産業との比較で分析した。

EMSは主として製造プロセスに特化した生産組織形態で、最終製品を持つブランドメーカーから主に製造プロセスを受託する。電子計算機や通信機械など90年代に世界市場が大きく拡大した製品において海外企業で広く採用された。

EMS増加の背景は、電気機械製品の中でも電子計算機や通信機械などで半導体部品の採用増加という形で製品のデジタル化が進み、それがモジュラー型・オープン型アーキテクチャの製品の増加を促したことにある。このため部品の汎用化・標準化が進み、基本設計と量産設計・製造組立プロセス間の協力的な調整作業が少なくてすむようになるというビジネス・アーキテクチャの変化が生じ、基本設計と量産設計・製造組立プロセス間が分離しやすくなった。同時に部品の汎用化・標準化により製造プロセスも汎用的な機械で行え簡単になり、製造プロセスにおける工夫の重要性が低下し当該プロセスでの利益率が低下した。海外企業では高い利益率を求める株主の圧力もあり、利益率が低下した製造プロ

セスがEMSにアウトソーシングされるケースが増加した。EMSは多数のブランドメーカーから製造を受託し、世界各地に多数の工場を持つようになった。このため部品を大量に発注することで低価格の部品を購入でき、工場稼働率も高く、生産技術も各ブランドメーカーからの技術移転で獲得でき、多数の工場を持つことから生産立ち上げも速いなど優位性を発揮してきた。

一方日本企業は、マーケティングや研究開発、製造、販売までを自社や自社グループ内で行う垂直統合型生産組織を主とし、製造プロセスの強みを自負していたため、特に国内でのEMS採用は非常に少ない。このため日本企業は、特に汎用製品においてEMSに対し購入部品価格や設備稼働率、生産立ち上げのすばやい対応面で優位性を失い、海外ブランドメーカーに対しては低利益率の製造プロセスを抱えるなど、得意の製造プロセスでの優位性を発揮できなくなったことが90年代の低迷につながっていることが判明した。

現状完成品組立にEMSを採用する製品は電子計算機や通信機械などモジュラー型・オープン型化の進んだ製品が多い。産業用機械のみならずAV機器や家電のような民生用電気・電子製品でも、これまでは製品のアーキテクチャにおいて特にオープン化があまり進まず、自社内に半導体を中心とする中核部品を維持するケースが多いためEMSなどの活用も少なく、電子計算機や通信機械よりは高い利益率が得られていた。

しかし本研究で行ったEMS型製品とまだEMSを採用していない製品における特性比較分析から見て、AVや家電製品の特性はEMS型製品に近く、かつ近年これらの製品がモジュラー型・オープン型化する傾向が見られるなど、今後EMSを採用する可能性が大きく、日本企業の優位性が失われることが危惧される。

一方自動車産業では、インテグラル型・クローズ型製品であるため、製品製造において汎用モジュール部品を用いる割合は電気機械製品に比べはるかに少ない。このため完成品組立にEMSを採用する例は見られず、自動車製品では依然として製造プロセスでの優位性を維持でき、それが差別化、利益確保の手段となっており利益確保ができていたことがわかった。

第3章では、90年代に電気機械産業に見られた研究開発組織形態における社外資源活用の増加と電気機械産業の対応を自動車産業などとの比較で分析した。

モジュラー型・オープン型製品が増加した電子計算機や通信機械製品などでは、部品毎に研究開発が進展し、新規で多様な機能を持つ部品が速く開発され、その部品の組合せで素速く製品ができるためモデルチェンジ期間が短縮されだした。こうして特に電気機械製品において企業の利益確保手段は、従来の生産面での優位性から技術保護や製品の素速い

上市競争に変化した。このため電気機械企業中心に企業の研究開発活動は、自社にない重要技術の獲得や技術開発のスピードを速めるため、すべて自社内でまかなう自前型から大学や他社等社外の研究開発資源の活用が増加するなど、研究開発プロセスにおけるアーキテクチャが変化し、それに対応した研究開発組織形態の変化がみられた。

しかし日本企業の研究開発における社外資源活用では、新製品開発を素速く行うことに注力し、スピードを競うため中核部品を自社で開発するより他社から購入する傾向が強まった。他社も同じように振舞いがちなので同質的な競争に巻き込まれ優位性が得られず、高い付加価値獲得に結びついていないことも明らかとなった。

一方自動車産業では、電気機械産業以上に社外資源活用が多い。しかし自動車製品のアーキテクチャはインテグラル型・クローズ型製品であり製品のモデルチェンジ期間も電気機械製品よりはるかに長く、スピード競争のためだけの社外資源活用ではない。自社グループ内での社外資源活用が中心であり、その中でエンジンなど中核部品開発も自社グループ内で実施され、利益は維持されている。

このように製品のデジタル化が進み、モジュラー型・オープン型製品が増えると、その汎用製品では、製造プロセスでも研究開発プロセスでもビジネス・アーキテクチャが大きく変化し、従来の日本企業の製造プロセスでの強みが発揮できず、融合的な差別的コア技術が生み出しにくくなり、利益獲得が困難になることが示された。

今後日本の電気機械産業がリーディング産業としての地位を回復するためには、再び製造プロセスを核にした統合型での優位性が生きてくる製品作りや、協業により融合された差別的技術を生み出す研究開発が求められる。実際EMSなどでも単なる製造プロセスへの特化では差別化できず、技術開発も含めた統合化への逆の動きが見られだしたように、統合化と分業化とは一方向に向うのではなく、期間を経てやり戻すものと考えられるためである。

学位論文審査結果の要旨

平成 16 年 1 月 27 日に第 1 回学位論文審査委員会を開催し、平成 16 年 2 月 4 日に口頭発表ならびに第 2 回審査委員会を開催して審議した結果、以下のように判定した。

80 年代まで全産業を牽引してきた電気機械・自動車のその後の経営状況変化をアーキテクチャ（製品設計思想）の概念を用いて分析した。両産業は生産プロセスおよび他社との協業による差別的技術獲得が優位性を可能にしてきた。近年、電気機械の製品アーキテクチャがモジュラー型・オープン型（汎用型・開放型）に変化するケースが増加し製造プロセスが汎用化して競争激化したため、米企業は同プロセス専用企業へアウトソーシングしたが日本企業は分離せず優位性を失った。研究開発ではアーキテクチャの変化による製品のモデルチェンジ期間短縮に対応して、開発スピード獲得のため社外研究開発資源の活用で対応したが、社外との協業による自社技術や部品の強化に結びつかず他社から重要部品購入の傾向が強まり付加価値額が減少した。一方、自動車産業では製品アーキテクチャがインテグラル型・クローズ型（摺り合せ型・閉鎖型）のままで製造プロセスの優位性が維持され、研究開発の社外資源活用もグループ内の協業が主であり、開発スピード獲得と付加価値維持が可能となった。

以上のように本論文は産業の製品設計思想に関する優れた工学的・経済学的成果を生み出すとともに、製品設計と生産プロセスの最適化という工業的成果を上げている。したがって、その内容は博士（学術）論文に値するものと判定する。